

PENJADWALAN KEGIATAN PERKULIAHAN MENGUNAKAN *GOAL PROGRAMMING*: STUDI KASUS DI PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA FMIPA IPB

RUHIYAT¹, F. HANUM¹, R. A. PERMANA²

Abstrak

Jadwal mata kuliah mayor-minor yang tumpang tindih sering menjadi masalah bagi mahasiswa dalam menyusun rencana studinya. Dalam penelitian ini, dimodelkan masalah penjadwalan kegiatan perkuliahan untuk mata kuliah mayor-minor. Model ini diimplementasikan pada kasus penjadwalan di Program Studi S1 Matematika FMIPA IPB. Metode yang digunakan dalam pemodelan ini adalah *goal programming* dengan meminimumkan banyaknya jadwal mata kuliah yang tumpang tindih. Penyelesaian dari model ini diperoleh dengan bantuan perangkat lunak LINGO 11.0.

Kata kunci: *goal programming*, mata kuliah, mayor-minor, penjadwalan.

PENDAHULUAN

Institut Pertanian Bogor (IPB) merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi di Indonesia yang mempunyai moto “Mencari dan Memberi yang Terbaik”. Selain mencari lulusan siswa-siswa SMA terbaik dari berbagai daerah di Indonesia, IPB juga senantiasa berusaha untuk selalu meningkatkan mutu pendidikannya agar para lulusannya kelak dapat memenuhi kriteria dari motonya tersebut. IPB selalu berusaha untuk meningkatkan mutu pendidikannya, salah satunya dengan menerapkan Kurikulum Mayor-Minor yang dimulai sejak tahun akademik 2005/2006 yang menjadikan IPB sebagai universitas pertama di Indonesia yang menerapkan Kurikulum Mayor-Minor.

Berdasarkan Panduan Program Pendidikan Sarjana IPB Edisi 2015 kurikulum mayor-minor adalah kurikulum berbasis kompetensi di mana setiap mahasiswa mengikuti pendidikan dalam salah satu mayor sebagai bidang keahlian (kompetensi) utama dan dapat mengikuti pendidikan dalam salah satu bidang minor sebagai bidang

¹Departemen Matematika, Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680.

²Mahasiswa Program Studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jalan Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680.

keahlian (kompetensi) pelengkap atau memilih secara bebas mata kuliah sebagai penunjang (*supporting courses*) bagi keahliannya. Mayor merupakan bidang keahlian berdasarkan disiplin keilmuan utamanya pada suatu departemen atau fakultas, di mana mahasiswa dapat memperdalam kompetensinya (ilmu pengetahuan, keterampilan, dan perilaku) tertentu dalam suatu paket mata kuliah. Minor merupakan bidang keahlian pelengkap yang diambil oleh mahasiswa yang berasal dari departemen lain di luar departemen utamanya (mayor).

IPB sering kali dihadapkan dengan masalah jadwal yang sering tumpang tindih sehingga mahasiswa sering kali mengalami masalah dalam memilih mata kuliah yang akan diambil baik untuk satu semester maupun untuk seluruh rencana studinya. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui model yang tepat agar masalah jadwal yang sering tumpang tindih dapat diatasi dan tidak terjadi lagi pada tahun-tahun berikutnya. Sebelumnya masalah penjadwalan kuliah semester genap di Departemen Matematika telah dibahas dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* oleh Sari [7] dan mata kuliah semester empat menjadi acuan penelitiannya. Penjadwalan mata kuliah mayor-minor juga telah dibahas oleh Apriandini [1] dengan menggunakan metode *Integer Linear Programming* dan semester empat sebagai dasar dari penjadwalan untuk mahasiswa Program Studi S1 Matematika, Statistika, Fisika, dan Ilmu Komputer FMIPA IPB agar meminimumkan tingkat penolakan dosen terhadap hari dan periode waktu tertentu.

Selain itu, terdapat beberapa penelitian terkait penjadwalan di perguruan tinggi. Saltzman [6] membuat model pengoptimuman untuk penjadwalan kelas dengan memaksimalkan pilihan dosen terhadap mata kuliah dan waktu mengajar. Sebelumnya, Shih dan Sullivan [8] juga merumuskan masalah penjadwalan mata kuliah dengan model *binary integer programming* dengan memaksimalkan pilihan dosen terhadap mata kuliah dan waktu mengajar, namun dengan dua tahapan. Hinkin dan Thompson [3] membuat program komputer untuk penjadwalan sehingga dapat membantu menghilangkan konflik antarmata kuliah serta dapat menyusun jadwal dengan cepat. Martin [5] menyelesaikan model *mixed integer linear programming* untuk menetapkan dosen yang akan ditugaskan mengajar mata kuliah tertentu pada kelas dan waktu tertentu.

Pada tulisan ini akan dibahas salah satu model penjadwalan mata kuliah di Program Studi S1 Matematika untuk semester ganjil yang meminimumkan tumpang tindihnya mata kuliah. Penjadwalan mata kuliah pada semester ganjil sering menjadi masalah karena ada tiga semester yang harus dijadwalkan, yaitu: semester tiga, lima, dan tujuh. Penjadwalan pada semester ganjil dengan banyaknya jadwal tumpang tindih antar-semester yang minimum sangat diperlukan untuk memudahkan mahasiswa agar mahasiswa yang harus mengulang mata kuliah pada semester sebelumnya dapat melanjutkan studi tanpa mengganggu jadwal kuliah pada semester yang sedang dijalannya. Permasalahan ini akan dimodelkan dengan *goal programming* yang diperkenalkan oleh Charnes dan Cooper pada tahun 1961. Model *goal programming* merupakan perluasan dari *linear programming*. Model *goal programming* mampu menyelesaikan kasus-kasus *linear programming* yang

memiliki lebih dari satu sasaran yang hendak dicapai. Perbedaannya hanya terletak pada kehadiran sepasang peubah simpangan yang muncul di fungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jadwal mata kuliah semester ganjil di Program Studi S1 Matematika FMIPA IPB dengan banyaknya jadwal yang tumpang tindih sesedikit mungkin menggunakan metode *goal programming*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran penjadwalan kegiatan perkuliahan di Program Studi S1 Matematika FMIPA IPB untuk semester ganjil guna memberikan kenyamanan kepada mahasiswa dalam menentukan rencana studinya. Selain itu, penelitian ini juga bisa menjadi masukan bagi Program Studi S1 Matematika FMIPA IPB dalam menjadwalkan mata kuliah.

MODEL PENJADWALAN

Masalah penjadwalan kegiatan perkuliahan semester ganjil di Program Studi S1 Matematika yang tumpang tindih menyebabkan mahasiswa tidak nyaman dalam memilih mata kuliah yang akan diikuti pada suatu semester. Masalah tersebut sering dialami oleh mahasiswa setiap awal semester perkuliahan. Oleh karena itu, jadwal mata kuliah semester ganjil di Program Studi S1 Matematika harus disusun sedemikian rupa sehingga memberikan kenyamanan bagi semua pihak yang terkait dengan kegiatan perkuliahan ini.

Untuk membatasi masalah penjadwalan mata kuliah ini, maka digunakan beberapa asumsi, antara lain:

1. setiap mata kuliah dijadwalkan sesuai dengan yang tertera pada buku Panduan Program Pendidikan Sarjana IPB Edisi 2015 tanpa mempertimbangkan mahasiswa yang tidak mengambil mata kuliah pada semester yang tertera pada buku panduan, mahasiswa yang mengulang, dan juga mahasiswa yang pernah mengambil cuti,
2. jadwal mata kuliah minor yang sering diambil oleh mahasiswa Matematika yaitu mata kuliah yang ada pada minor Statistika Terapan (ST), Sistem Informasi (SI), serta Ekonomi dan Studi Pembangunan (ESP) telah ditetapkan oleh departemen pengampu, sehingga hanya mata kuliah mayor yang dijadwalkan,
3. mahasiswa semester 3 belum mengambil mata kuliah minor, sehingga mata kuliah minor ESP semester 3 tidak dipertimbangkan dalam penyusunan jadwal mata kuliah,
4. semua dosen bisa mengajar kapan saja.

Daftar mata kuliah mayor yang dijadwalkan terdapat pada Tabel 1. Untuk mata kuliah yang terdiri atas kuliah dan responsi/praktikum, mata kuliah tersebut dipisah menjadi dua, yaitu mata kuliah tipe kuliah (K) dan mata kuliah tipe responsi (R) atau praktikum (P). Jumlah waktu tatap mata kuliah bergantung pada jumlah kredit mata kuliah tersebut yang sesuai dengan buku Panduan Program Pendidikan

Sarjana IPB Edisi 2015. Pada Tabel 1 juga diberikan informasi mengenai semester dari setiap mata kuliah.

Tabel 1
Daftar mata kuliah mayor di Program Studi S1 Matematika untuk semester ganjil

| <i>i</i> | Mata kuliah | Tipe | Jumlah waktu tatap muka (jam) | Semester |
|----------|-----------------------------|------|-------------------------------|----------|
| 1 | Algoritme dan Pemrograman | K | 2 | 3 |
| 2 | Algoritme dan Pemrograman | P | 2 | 3 |
| 3 | Kalkulus II | K | 2 | 3 |
| 4 | Kalkulus II | R | 2 | 3 |
| 5 | Aljabar Linear Dasar | K | 3 | 3 |
| 6 | Aljabar Linear Dasar | R | 2 | 3 |
| 7 | Matematika Diskret | K | 3 | 3 |
| 8 | Pengantar Metode Komputasi | K | 1 | 3 |
| 9 | Pengantar Metode Komputasi | P | 3 | 3 |
| 10 | Persamaan Diferensial Biasa | K | 2 | 3 |
| 11 | Persamaan Diferensial Biasa | R | 2 | 3 |
| 12 | Metode Statistika | K | 2 | 3 |
| 13 | Metode Statistika | R | 2 | 3 |
| 14 | Analisis Kompleks | K | 2 | 5 |
| 15 | Analisis Kompleks | R | 2 | 5 |
| 16 | Metode Numerik | K | 2 | 5 |
| 17 | Metode Numerik | P | 3 | 5 |
| 18 | Pemrograman Tak Linear | K | 2 | 5 |
| 19 | Pemrograman Tak Linear | R | 2 | 5 |
| 20 | Matematika Pasar Modal | K | 3 | 5 |
| 21 | Pemodelan Matematika | K | 2 | 5 |
| 22 | Pemodelan Matematika | P | 3 | 5 |
| 23 | Pengantar Teori Peluang | K | 2 | 5 |
| 24 | Pengantar Teori Peluang | R | 2 | 5 |
| 25 | Pemodelan Riset Operasi | K | 2 | 7 |
| 26 | Pemodelan Riset Operasi | P | 3 | 7 |
| 27 | Sistem Dinamika Dasar | K | 2 | 7 |
| 28 | Sistem Dinamika Dasar | P | 3 | 7 |
| 29 | Analisis Model Empirik | K | 2 | 7 |
| 30 | Analisis Model Empirik | P | 3 | 7 |

Adapun daftar mata kuliah minor beserta jadwal yang telah ditetapkan oleh departemen pengampu disajikan pada Tabel 2. Jadwal ini dipertimbangkan dalam penyusunan jadwal mata kuliah mayor karena tidak boleh ada jadwal mata kuliah mayor yang tumpang tindih dengan jadwal mata kuliah minor sehingga mahasiswa dapat mengambil baik mata kuliah mayor maupun mata kuliah minor.

Tabel 2
Jadwal mata kuliah minor ST, SI, dan ESP

| Hari | Waktu | Mata kuliah (Minor) | Tipe | Semester |
|--------|---------------|-------------------------------------|------|----------|
| Selasa | 08.00 – 09.40 | Analisis Regresi (ST) | K | 5 |
| | 08.00 – 09.40 | Ekonometrika I (ESP) | K | 5 |
| Rabu | 10.00 – 12.00 | Ekonometrika I (ESP) | R | 5 |
| | 16.00 – 18.00 | Interaksi Manusia dan Komputer (SI) | P | 5 |
| Kamis | 10.00 – 11.40 | Sistem Informasi (SI) | K | 5 |
| | 13.00 – 15.00 | Sistem Informasi (SI) | P | 5 |
| | 15.00 – 17.00 | Analisis Regresi (ST) | R | 5 |
| Jumat | 13.00 – 14.40 | Interaksi Manusia dan Komputer (SI) | K | 5 |

Tabel 3
Daftar hari yang digunakan dalam penjadwalan mata kuliah

| j | Hari |
|-----|--------|
| 1 | Senin |
| 2 | Selasa |
| 3 | Rabu |
| 4 | Kamis |
| 5 | Jumat |

Tabel 4
Daftar periode waktu yang digunakan dalam penjadwalan mata kuliah

| k | Periode waktu |
|-----|---------------|
| 1 | 07.00 – 08.00 |
| 2 | 08.00 – 09.00 |
| 3 | 09.00 – 10.00 |
| 4 | 10.00 – 11.00 |
| 5 | 11.00 – 12.00 |
| 6 | 12.00 – 13.00 |
| 7 | 13.00 – 14.00 |
| 8 | 14.00 – 15.00 |
| 9 | 15.00 – 16.00 |
| 10 | 16.00 – 17.00 |
| 11 | 17.00 – 18.00 |

Tabel 3 dan 4 berisi daftar hari dan periode waktu yang dapat digunakan dalam menyelenggarakan kegiatan perkuliahan. Berdasarkan hari kerja dosen IPB, hanya hari Senin-Jumat yang dapat digunakan. Sementara itu, periode waktu perkuliahan ditentukan berdasarkan buku Panduan Program Pendidikan Sarjana IPB Edisi 2015.

Masalah penjadwalan mata kuliah mayor dirumuskan sebagai berikut:

Indeks-indeks:

i merupakan indeks mata kuliah dengan $i = 1, 2, \dots, 30$.

j merupakan indeks hari dengan $j = 1, 2, \dots, 5$.

k merupakan indeks periode waktu dengan $k = 1, 2, \dots, 11$.

t merupakan indeks tujuan dengan $t = 1, 2$.

Parameter-parameter:

w_i = jumlah waktu tatap muka mata kuliah i (dalam jam).

$$t_i = \begin{cases} 1, & \text{untuk mata kuliah tipe kuliah,} \\ 2, & \text{untuk mata kuliah tipe responsi,} \\ 3, & \text{untuk mata kuliah tipe praktikum.} \end{cases}$$

$$s_i = \begin{cases} 3, & \text{untuk mata kuliah semester 3,} \\ 5, & \text{untuk mata kuliah semester 5,} \\ 7, & \text{untuk mata kuliah semester 7.} \end{cases}$$

Peubah-peubah Keputusan:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ dijadwalkan pada hari } j \text{ periode waktu } k, \\ 0, & \text{selainnya.} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika mata kuliah } i \text{ dijadwalkan pada hari } j, \\ 0, & \text{selainnya.} \end{cases}$$

Peubah-peubah Simpangan

d_{tijk}^- = nilai yang menampung simpangan yang berada di bawah tujuan ke- t untuk mata kuliah i pada hari j periode waktu k .

d_{tijk}^+ = nilai yang menampung simpangan yang berada di atas tujuan ke- t untuk mata kuliah i pada hari j periode waktu k .

Kendala-kendala

Kendala-kendala pada masalah penjadwalan kegiatan perkuliahan di Program Studi S1 Matematika untuk semester ganjil dibagi menjadi dua bagian, yaitu kendala-kendala utama dan kendala-kendala tambahan. Kendala-kendala utama merupakan kendala-kendala yang harus dipenuhi berdasarkan peraturan yang ada di Program Studi S1 Matematika, yaitu:

1. Setiap mata kuliah harus dijadwalkan tepat satu kali dalam tepat satu hari dalam seminggu.

$$\forall i, \sum_{\forall j} y_{ij} = 1.$$

2. Setiap mata kuliah harus dijadwalkan sesuai dengan jumlah waktu tatap mukanya.

$$\forall i, j, \sum_{\forall k} x_{ijk} = w_i y_{ij}.$$

3. Setiap mata kuliah harus dijadwalkan pada periode waktu yang berurutan.

$\forall i, j$, dengan $w_i \neq 1, \forall l = 2, \dots, w_i$,

$$x_{ijl} \geq x_{ij1} \text{ dan } \forall k = 1, \dots, 11 - w_i, x_{ij(k+l)} \geq x_{ij(k+1)} - x_{ijk}.$$

4. Tidak ada mata kuliah yang dijadwalkan pada pukul 12.00 – 13.00 setiap harinya karena periode waktu tersebut digunakan untuk istirahat.

$$\forall i, j, x_{ij6} = 0.$$

5. Tidak ada mata kuliah yang dijadwalkan pada hari Jumat pukul 11.00 – 12.00 karena periode waktu tersebut digunakan untuk kegiatan keagamaan.

$$\forall i, x_{i55} = 0.$$

6. Tidak ada mata kuliah tipe kuliah yang dijadwalkan hari Rabu pukul 10.00 – 12.00 karena periode waktu tersebut digunakan untuk rapat rutin dosen.

$$\forall i \text{ dengan } t_i = 1, x_{i34} + x_{i35} = 0.$$

7. Tidak ada mata kuliah tipe kuliah yang dijadwalkan pada pukul 07.00 – 08.00 dan pukul 17.00 – 18.00 setiap harinya.

$$\forall i, j, \text{ dengan } t_i = 1, x_{ij1} + x_{ij,11} = 0.$$

8. Setiap mata kuliah tipe responsi dan praktikum harus dijadwalkan pada hari setelah hari jadwal mata kuliah tipe kuliahnya.

$$\forall i \text{ dengan } t_i \geq 2, y_{i1} = 0.$$

$$\forall (i^{rp}, i^k) \in I, \forall j \geq 2, y_{i^{rp}j} \leq \sum_{m=1}^{j-1} y_{i^k m},$$

dengan I ialah himpunan pasangan terurut indeks mata kuliah tipe responsi/praktikum (i^{rp}) dan indeks mata kuliah tipe kuliah (i^k) yang berpadanan. Dalam kasus ini, $I = \{(2, 1), (4, 3), (6, 5), (9, 8), (11, 10), (13, 12), (15, 14), (17, 16), (19, 18), (22, 21), (24, 23), (26, 25), (28, 27), (30, 29)\}$.

9. Tidak ada jadwal mata kuliah mayor yang tumpang tindih dengan jadwal mata kuliah minor.

$$\forall i \text{ dengan } s_i = 5,$$

$$x_{i22} + x_{i23} + x_{i34} + x_{i35} + x_{i3,10} + x_{i3,11} + x_{i44} + x_{i45} + x_{i47} + x_{i48} + x_{i49} + x_{i4,10} + x_{i57} + x_{i58} = 0.$$

10. Tidak ada jadwal mata kuliah yang tumpang tindih untuk semua mata kuliah dalam satu semester.

$$\forall s \in \{3, 5, 7\}, \forall j, k, \sum_{\forall i \text{ dengan } s_i = s} x_{ijk} \leq 1.$$

11. Tidak ada jadwal mata kuliah yang tumpang tindih untuk semua mata kuliah tipe praktikum yang diampu oleh Departemen Matematika.

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \neq 2 \text{ dengan } t_i=3} x_{ijk} \leq 1.$$

12. Untuk semua semester, maksimal tiga mata kuliah yang dijadwalkan dalam satu hari.

$$\forall s \in \{3, 5, 7\}, \forall j, \sum_{\forall i \text{ dengan } s_i=s} y_{ij} \leq 3.$$

13. Semua mata kuliah tipe responsi dan praktikum pada semester 3 tidak tumpang tindih dengan semua mata kuliah pada semester 5 agar mahasiswa semester 5 dapat menjadi asisten responsi atau praktikum mata kuliah semester 3.

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \in T_1} x_{ijk} \leq 1,$$

dengan $T_1 = \{i \mid s_i = 3 \text{ dengan } t_i \geq 2 \text{ atau } s_i = 5\}$.

14. Semua mata kuliah tipe responsi dan praktikum pada semester 5 tidak tumpang tindih dengan semua mata kuliah pada semester 7 agar mahasiswa semester 7 dapat menjadi asisten responsi atau praktikum mata kuliah semester 5.

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \in T_2} x_{ijk} \leq 1,$$

dengan $T_2 = \{i \mid s_i = 5 \text{ dengan } t_i \geq 2 \text{ atau } s_i = 7\}$.

Sementara itu, kendala-kendala tambahan merupakan kendala-kendala yang diharapkan dapat terpenuhi, yaitu:

1. Semua mata kuliah tipe kuliah pada semester 3 tidak tumpang tindih dengan semua mata kuliah pada semester 5 sehingga mahasiswa semester 5 yang akan mengulang mata kuliah semester 3 dapat mengambilnya.

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \in T_3} x_{ijk} \leq 1,$$

dengan $T_3 = \{i \mid s_i = 3 \text{ dengan } t_i = 1 \text{ atau } s_i = 5\}$.

2. Semua mata kuliah tipe kuliah pada semester 5 tidak tumpang tindih dengan semua mata kuliah pada semester 7 sehingga mahasiswa semester 7 yang akan mengulang mata kuliah semester 5 dapat mengambilnya.

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \in T_4} x_{ijk} \leq 1,$$

dengan $T_4 = \{i \mid s_i = 5 \text{ dengan } t_i = 1 \text{ atau } s_i = 7\}$.

Setelah ditambahkan dengan peubah-peubah simpangan, kendala-kendala tambahan tersebut menjadi

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \in T_3} x_{ijk} + d_{1ijk}^- - d_{1ijk}^+ = 1$$

dan

$$\forall j, k, \sum_{\forall i \in T_4} x_{ijk} + d_{2ijk}^- - d_{2ijk}^+ = 1.$$

Fungsi Objektif

Fungsi objektif dari masalah penjadwalan kegiatan perkuliahan ini adalah meminimumkan banyaknya jadwal yang tumpang tindih, yaitu:

$$\min z = \sum_{\forall t} \sum_{\forall i} \sum_{\forall j} \sum_{\forall k} d_{tijk}^+.$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah penjadwalan kegiatan perkuliahan di Program Studi S1 Matematika untuk semester ganjil yang telah dimodelkan kemudian diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak LINGO 11.0. Dari penyelesaian yang diperoleh, disusunlah jadwal mata kuliah mayor seperti yang tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5
Jadwal kegiatan perkuliahan Program Studi S1 Matematika

| Hari | Waktu | Mata kuliah | Tipe | Semester |
|--------|---------------|-----------------------------|------|----------|
| Senin | 08.00 – 09.40 | Kalkulus II | K | 3 |
| | 09.00 – 11.30 | Matematika Pasar Modal | K | 5 |
| | 10.00 – 11.40 | Algoritme dan Pemrograman | K | 3 |
| | 13.00 – 14.40 | Pemodelan Matematika | K | 5 |
| | 15.00 – 16.40 | Analisis Kompleks | K | 5 |
| Selasa | 07.00 – 09.00 | Kalkulus II | R | 3 |
| | 08.00 – 09.40 | Pemodelan Riset Operasi | K | 7 |
| | 09.00 – 09.50 | Pengantar Metode Komputasi | K | 3 |
| | 10.00 – 11.40 | Metode Statistika | K | 3 |
| Rabu | 10.00 – 11.40 | Metode Numerik | K | 5 |
| | 13.00 – 14.40 | Pengantar Teori Peluang | K | 5 |
| | 15.00 – 17.30 | Pemodelan Matematika | P | 5 |
| | 07.00 – 09.00 | Pengantar Teori Peluang | R | 5 |
| | 08.00 – 09.40 | Persamaan Diferensial Biasa | K | 3 |
| | 09.00 – 11.30 | Pemodelan Riset Operasi | P | 7 |

| Hari | Waktu | Mata kuliah | Tipe | Semester |
|-------|---------------|-----------------------------|------|----------|
| Kamis | 10.00 – 12.00 | Algoritme dan Pemrograman | P | 3 |
| | 13.00 – 14.40 | Pemrograman Tak Linear | K | 5 |
| | 15.00 – 17.30 | Pengantar Metode Komputasi | P | 3 |
| | 15.00 – 16.40 | Analisis Model Empirik | K | 7 |
| | 07.00 – 09.30 | Metode Numerik | P | 5 |
| | 10.00 – 12.00 | Persamaan Diferensial Biasa | R | 3 |
| | 13.00 – 15.30 | Aljabar Linear Dasar | K | 3 |
| | 13.00 – 14.40 | Sistem Dinamika Dasar | K | 7 |
| | 15.00 – 17.30 | Analisis Model Empirik | P | 7 |
| Jumat | 16.00 – 18.00 | Metode Statistika | R | 3 |
| | 07.00 – 09.00 | Analisis Kompleks | R | 5 |
| | 09.00 – 11.00 | Pemrograman Tak Linear | R | 5 |
| | 13.00 – 15.30 | Matematika Diskret | K | 3 |
| | 15.00 – 17.30 | Sistem Dinamika Dasar | P | 7 |
| | 16.00 – 18.00 | Aljabar Linear Dasar | R | 3 |

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa semua mata kuliah telah terjadwalkan dan semua kendala utama terpenuhi. Sementara itu, tidak semua kendala tambahan terpenuhi. Nilai-nilai simpangan pada semua kendala tambahan dapat dilihat pada Tabel 6. Simpangan ini terjadi karena banyaknya periode waktu yang dapat digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan banyaknya periode waktu yang dibutuhkan untuk menjadwalkan semua mata kuliah dengan kendala-kendala yang harus dipenuhi.

Tabel 6
Nilai-nilai simpangan pada kendala-kendala tambahan

| Peubah | Keterangan | Nilai |
|---|---|-------|
| $\sum_{\forall i} \sum_{\forall j} \sum_{\forall k} d_{1ijk}^+$ | Total penyimpangan yang berada di atas sasaran pada tujuan ke-1 | 6 |
| $\sum_{\forall i} \sum_{\forall j} \sum_{\forall k} d_{2ijk}^+$ | Total penyimpangan yang berada di atas sasaran pada tujuan ke-2 | 0 |

Berdasarkan Tabel 6, semua mata kuliah tipe kuliah pada semester 5 tidak tumpang tindih dengan semua mata kuliah pada semester 7 sehingga mahasiswa semester 7 yang ingin mengulang mata kuliah semester 5 dapat mengambil mata kuliah-mata kuliah semester 5 dan 7. Di lain pihak, terdapat 6 periode waktu yang digunakan untuk penjadwalan mata kuliah-mata kuliah semester 3 dan 5 secara bersamaan. Akibatnya, terjadi beberapa tumpang tindih antara mata kuliah semester 3 dan semester 5. Sebagai contoh, kuliah Metode Statistika dijadwalkan secara bersamaan dengan kuliah Metode Numerik, sehingga mahasiswa tidak bisa mengambil kedua mata kuliah tersebut secara bersamaan. Data lengkap mengenai jadwal yang saling tumpang tindih terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7
Jadwal mata kuliah-mata kuliah yang saling tumpang tindih

| Hari dan Waktu | Semester 3 | Semester 5 |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| Senin | | |
| 08.00 – 09.00 | K Kalkulus II | |
| 09.00 – 10.00 | K Kalkulus II | K Matematika Pasar Modal |
| 10.00 – 11.00 | K Algoritme dan Pemrograman | K Matematika Pasar Modal |
| 11.00 – 12.00 | K Algoritme dan Pemrograman | K Matematika Pasar Modal |
| Selasa | | |
| 10.00 – 11.00 | K Metode Statistika | K Metode Numerik |
| 11.00 – 12.00 | K Metode Statistika | K Metode Numerik |
| Rabu | | |
| 07.00 – 08.00 | | R Pengantar Teori Peluang |
| 08.00 – 09.00 | K Persamaan Diferensial Biasa | R Pengantar Teori Peluang |
| 09.00 – 10.00 | K Persamaan Diferensial Biasa | |

SIMPULAN

Dalam tulisan ini telah diperlihatkan bahwa masalah penjadwalan mata kuliah mayor di Program Studi S1 Matematika FMIPA IPB untuk semester ganjil dapat dimodelkan menggunakan metode *goal programming* dan dapat diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak LINGO 11.0. Model penjadwalan ini dibuat berdasarkan peraturan dan kondisi yang terdapat pada program studi tersebut yang sifatnya harus dipenuhi, terutama mengenai tumpang tindih atau tidaknya jadwal antarmata kuliah. Selain itu, model ini juga mengakomodasi tujuan yang sifatnya dapat dipenuhi ataupun tidak. Dari hasil yang telah diperoleh, beberapa tujuan tersebut tidak dipenuhi karena keterbatasan alokasi waktu yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriandini N. 2013. Penjadwalan mata kuliah mayor-minor: Studi kasus di FMIPA IPB [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [2] Charnes A, Cooper WW. 1961 *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*. New York: Wiley.
- [3] Hinkin TR, Thompson GM. 2002. SchedulExpert: Scheduling Courses in the Cornell University School of Hotel Administration. *Interfaces*. 32(6): 45-57.
- [4] IPB. 2015. Panduan Program Pendidikan Sarjana Edisi 2015. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [5] Martin CH. 2004. Ohio University's College of Business Uses Integer Programming to Schedule Classes. *Interfaces*. 34(6): 460-465.
- [6] Saltzman R. 2009. An Optimization Model for Scheduling Classes in a Business School Department. *California Journal of Operations Management*. 7(1): 84-92.
- [7] Sari M. 2007. Masalah penjadwalan mata kuliah: Studi kasus di Departemen Matematika FMIPA IPB [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- [8] Shih W, Sullivan J. 1977. Dynamic Course Scheduling for College Faculty via Zero-One Programming. *Decision Sciences*. 8(4): 711-721.